

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-267091

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G09F 9/00

(21)Application number : 11-072032

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.03.1999

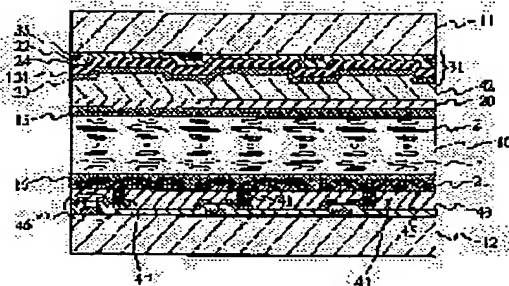
(72)Inventor : ITO OSAMU  
KOMURA SHINICHI  
HIYAMA IKUO  
ADACHI MASAYA  
HIROTA SHOICHI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a liquid crystal display device capable of obtaining high contrast although it is a reflective liquid crystal display device.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device is provided with a liquid crystal layer 10, upper and lower substrates 11, 12 holding the liquid crystal layer 10 from upside and downside in between, a reflection plate 21 which reflects transmitted light from the upper side of the liquid crystal layer 10 to the liquid crystal layer 10 and a light emitting element layer 31 to irradiate the liquid crystal layer 10 with light. The light emitting element layer 31 is arranged on the more upper side than the liquid crystal layer 10 so as to cover the display part of the liquid crystal layer 10. The light emitting element layer 31 is provided with a reflection layer 22 to deflect the light emitted upwardly to the liquid crystal layer 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3487782

[Date of registration] 31.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-267091

(P2000-267091A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/00	3 2 5	G 0 9 F 9/00	3 2 5 C 5 G 4 3 5
	3 3 3		3 3 3 Z

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平11-72032

(22) 出願日 平成11年3月17日 (1999.3.17)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 伊東 理

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 小村 真一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100087170

弁理士 富田 和子

最終頁に続く

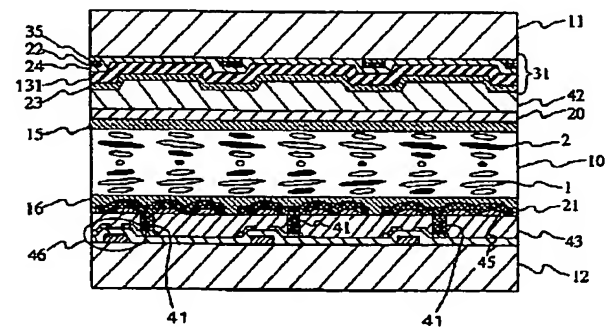
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶表示装置でありながら、高いコントラスト比の得られる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶層10と、液晶層10を上下から挟む上側および下側基板11、12と、液晶層10の上側から透過してきた光を液晶層10に向かって反射する反射板21と、液晶層10に向かって光を照射するための発光素子層31とを有する。発光素子層31は、液晶層10よりも上側に、液晶層10の表示部分を覆うように配置され、発光素子層31は、上側に向かって発光した光を液晶層10に向かって偏向するための反射層22を備えている。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】液晶層と、前記液晶層を上下から挟む上側および下側基板と、前記液晶層の上側から透過してきた光を前記液晶層に向かって反射するために、前記液晶層よりも下側に配置された反射板と、前記液晶層に向かって光を照射するための発光素子層とを有し、前記発光素子層は、前記液晶層よりも上側に、前記液晶層の表示部分を覆うように配置され、前記発光素子層は、上側に向かって発光した光を前記液晶層に向かって偏向するための反射層を備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】液晶層と、前記液晶層を上下から挟む上側および下側基板と、前記液晶層に電界を印加するための電極と、前記液晶層の上側から透過してきた光を前記液晶層に向かって反射するために、前記液晶層よりも下側に配置された反射板と、前記液晶層に向かって光を照射するための発光素子層とを有し、前記発光素子層は、前記液晶層よりも上側に、前記液晶層の表示部分を覆うように配置され、前記電極は、前記液晶層の表示画素ごとに分割された形状であり、前記発光素子層の発光部分は、線状であり、前記分割された電極と電極との間隙に対向する位置に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】請求項 2 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、前記線状の発光部分が上側に向かって発光した光を、前記液晶層に向かって偏向するために反射層を備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】請求項 1 に記載の液晶表示装置において、前記液晶層の表示画素ごとに電界を印加するために、前記液晶層の表示画素ごとに分割された形状の電極をさらに有し、前記発光素子層は、発光部が線状であり、前記発光部は、前記分割された電極と電極との間隙に対向する位置に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】請求項 1 または 3 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、前記反射層が、当該反射層の上面が外光を反射するのを防ぐために、前記反射層の上面を覆う反射防止層を備えることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】請求項 1 または 3 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層の反射層は、前記発光部に電界を印加するための電極を兼用していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】請求項 2 または 4 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、発光層と、前記発光層に電圧を印加するために前記発光層を上下から挟むように配置された一対の発光用電極層とを有し、前記発光用電極層の少なくとも一方は、前記発光部を線状にするために、形状が線状であることを特徴とする液

晶表示装置。

【請求項 8】請求項 7 に記載の液晶表示装置において、前記発光層は、前記線状の前記発光用電極層と同じ形状であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、発光層と、前記発光層に電圧を印加するために前記発光層を上下から挟むように配置された一対の発光用電極層とを有し、前記発光層は、前記液晶層の表示部全体にわたって配置され、前記発光層は、自らが発光する光に対して透明であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】請求項 7 または 9 に記載の液晶表示装置において、前記一対の発光用電極層のうち下側の発光用電極層は、前記発光層が発光する光に対して透明であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】請求項 2 または 4 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、発光層と、前記発光層に電圧を印加するために前記発光層を上下から挟むように配置された一対の発光用電極層とを有し、前記発光層の前記一対の発光用電極層に挟まれた部分は、主平面が、前記基板の主平面から傾いていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 12】請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、前記上側基板と前記液晶層との間に配置され、前記発光素子層と前記液晶層との間には、カラーフィルタが配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】請求項 2 または 4 に記載の液晶表示装置において、前記カラーフィルタは、赤色フィルタ、青色フィルタ、緑色フィルタが主平面方向に配列された構成であり、

前記発光素子層の前記発光部は、赤色光発光部と青色光発光部と緑色光発光部とを有し、前記赤色光発光部は、前記赤色フィルタに近接して配置され、前記青色光発光部は、前記青色フィルタに近接して配置され、前記緑色光発光部は、前記緑色フィルタに近接して配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】請求項 13 に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、発光層と、前記発光層に電圧を印加するために前記発光層を上下から挟むように配置された一対の発光用電極層とを有し、前記赤色発光部の発光層は、発光する光を前記赤色フィルタに向かって出射するために、発光層の主平面が前記赤色フィルタに向けられ、前記青色光発光部の発光層は、発光する光を前記青色フィルタに向かって出射するために、発光層の主平面が前記青色フィルタに向けられ、前記緑色発光部の発光層は、発光する光を前記緑色フィルタに向かって出射するために、発光層の主平面が前記緑色フィルタに向けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】請求項14に記載の液晶表示装置において、前記赤色光発光部と青色光発光部と緑色光発光部は、発光層と、前記発光層に電圧を印加するために前記発光層を上下から挟むように配置された一対の発光用電極層と、前記発光層が発光した光を、それぞれ赤色光、青色光、緑色光に変化するための色変換層とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項16】請求項1または2に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、前記上側基板と前記液晶層との間に配置され、前記発光素子層と前記液晶層との間には、絶縁層が配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項17】請求項16に記載の液晶表示装置において、前記絶縁層には、光を散乱させるための微粒子が含まれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項18】請求項2または4に記載の液晶表示装置において、前記反射板は、前記液晶層の上側から透過してきた光を散乱して反射するために、表面に凹凸を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項19】請求項18に記載の液晶表示装置において、前記反射板の凹凸の反射面は、近接する前記発光素子層の発光部からの光を、前記基板の法線方向に反射するために、非対称な形状であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項20】請求項19に記載の液晶表示装置において、前記反射板の凹凸の反射面は、近接する前記発光素子層の発光部との距離に応じて、前記反射面の傾斜角度が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項21】請求項2または4に記載の液晶表示装置において、前記線状の発光部は、マトリクス状、櫛歯状、または、ストライプ状に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項22】請求項1または2に記載の液晶表示装置において、前記発光素子層は、エレクトロルミネッセンスにより発光することを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に関し、特に、消費電力が低く、薄型軽量の反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】多機能な電子機器の操作を円滑にする為に、インターフェイスの重要性が増している。薄型、軽量、低消費電力を特徴とする液晶表示装置は、電子機器の形態を大きく変更することなしに搭載可能であるため、これらのインターフェイスに最適である。

【0003】近年、低消費電力を実現するため、従来より反射型カラー表示液晶装置が市販されている。反射型カラー液晶表示装置は、外部から入射する光を反射して表示しているため、低消費電力が期待できる。しかし、

晴天時の屋外等の明るい環境下では良好な表示が得られるものの、照明の弱い屋内等の暗い環境下では表示が認識しにくくなり、視認性が低下するという問題がある。具体的には、反射型カラー液晶表示装置には、偏光板を1枚用いた単偏光板型、2色性色素を添加した液晶層を用いたゲストホスト型等があるが、いずれもその反射率とコントラスト比はカラーコピー等の印刷物に比べて低いため、暗い環境下では視認性が低下しやすい。仮に、印刷物と同等、あるいはそれ以上の反射率とコントラスト比を有する反射型カラー液晶表示装置が実現したとしても、より暗い環境下において視認性が低下することは避けられない。

【0004】そのため、暗い環境下での視認性を向上するために、反射型カラー液晶表示装置には補助光源が必須となる。従来の反射型カラー液晶表示装置には、フロントライトと呼ばれる補助光源が備えられている。液晶層を保持する基板を、使用者に近い順に第一の基板、第二の基板とすると、フロントライトは第一の基板の上方（使用者側）に備えられており、蛍光ランプと導光板から構成されている。導光板は、空気よりも屈折率の大きな材料からなり、第一の基板の全面を覆うように配置されている。導光板の下面は、第一の基板に平行であるのに対して、導光板の上面は傾いており、空気との界面を形成している。蛍光ランプは、導光板の側面に配置され、ここで発生した光は導光板に入射する。導光板に入射した光のうち、導光板の下面と平行に伝播する成分は導光板の上面に達し、導光板と空気との屈折率差により、第一の基板の方向に反射されて液晶表示部分を照明する。

【0005】また、従来の反射型カラー液晶表示装置では、透過型カラー液晶表示装置と同様にカラーフィルタを用いてカラー表示を行う構成が知られている。この場合、補助光源を使用しない場合における輝度を向上するために、反射型カラー液晶表示装置では、カラーフィルタとして淡色カラーフィルタが用いられている。

【0006】上述のフロントライトについては、例えば特開平10-268308号公報や特開平10-268306号公報に記載されている。

【0007】また、特開平10-213799号公報には、液晶表示装置の全面を覆うように平面状の補助光源を備えた液晶表示装置が開示されている。この補助光源は、透明な光源であり、例として電極に透明電極を用いたエレクトロルミネッセンス素子が開示されている。この補助光源は、第一の基板の全面を覆うように配置されており、発光した光が液晶表示部分を直接照明する。また、外部からの光は、補助光源の電極や発光層を透過して表示部分に到達する構成である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のフロントライトの導光体は3mm以上の厚さがあるため、反射型カラー

液晶表示装置の薄型軽量という特徴を損なう。また、フロントライトの導光体の上面は、外部から入射した光を反射するため、コントラスト比が低下するという問題もある。これにタッチパネルを組合わせた液晶表示装置を作製しようとする、空気との界面の数が更に増えるため、コントラスト比が更に低下する。

【0009】また、フロントライトでは、蛍光ランプの光が導光板の下面に平行に伝播すれば理想的であるが、実際にはそのように伝播しない成分も存在する。また、導光板上面における光反射は、導光板と空気との屈折率差を利用しているため反射率が低い。そのため、フロントライトの光利用効率は高くなく、充分な明るさを得るためには蛍光ランプの輝度を増大しなければならない。フロントライトの使用は、暗い環境下に限定されているものの、その蛍光ランプの輝度を増大させるために消費電力が増大すれば、反射型カラー液晶表示装置の低消費電力という特徴が損なわれる。

【0010】一方、特開平10-213799号公報に記載されている液晶表示装置の全面を覆う平面状の補助光源は、液晶層側だけではなく、使用者の側にも発光する。そのため、使用者の側に直接向かう光は液晶表示装置により変調されないため、コントラスト比が低下する。

【0011】この様に、従来の補助光源は、反射型カラー液晶表示装置の薄型軽量、低消費電力という特徴を損なう上に、コントラスト比を低下させるという問題があった。

【0012】また、反射型カラー液晶表示装置は、上述のように淡色カラーフィルタを用いる必要があるが、淡色カラーフィルタは、色素量が通常よりも少ないカラーフィルタであるため、透過型カラー液晶表示装置用のカラーフィルタよりも透過率が高い代わりに、色純度が低い。

【0013】一般的に、カラーフィルタを用いた反射型カラー液晶表示装置の場合、表示色の色純度は、カラーフィルタの透過スペクトルの二乗と光源光の発光スペクトルとの積で決定される。よって、反射型カラー液晶表示装置は、淡色カラーフィルタを用いるため、光源光が白色光の場合には、色純度は透過型カラー液晶表示装置に比べて著しく低くなる。反射型カラー液晶表示装置は補助光源を点灯しない場合には、周囲から入射する外光が光源であり、その多くは白色光のため表示色の色純度は低かった。また、従来のフロントライトは、白色光であるため、補助光源を点灯した場合にも色純度は低かった。

【0014】本発明は、反射型液晶表示装置でありながら、高いコントラスト比の得られる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、本発明によれば、以下のような液晶表示装置が提供される。

【0016】すなわち、液晶層と、前記液晶層を上下から挟む上側および下側基板と、前記液晶層の上側から透過してきた光を前記液晶層に向かって反射するために、前記液晶層よりも下側に配置された反射板と、前記液晶層に向かって光を照射するための発光素子層とを有し、前記発光素子層は、前記液晶層よりも上側に、前記液晶層の表示部分を覆うように配置され、前記発光素子層は、上側に向かって発光した光を前記液晶層に向かって偏向するための反射層を備えていることを特徴とする液晶表示装置である。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0018】まず、本発明の一実施の形態の反射型液晶表示装置の構成を図1を用いて説明する。

【0019】本実施の形態の反射型液晶表示装置は、図1のように、第一の基板11と第二の基板12との間に液晶層10を保持している。第二の基板12は、液晶層10に近接する側に反射板と電極とを兼用する反射電極21と、反射電極21に電圧を供給するアクティブ素子46を備えている。第一の基板11は、液晶層10に近接する側に平面光源31を備えている。

【0020】平面光源31は、積層構造を有し、積層された層のうちの一部の層（層35、22）は不透明であり、不透明な層35、22は、表示部分の全面を覆わずにその一部分のみを覆う。図1の構成では、層35、22は、図3のように反射電極21が存在しない部分を中心にマトリクス状に配置されている。これにより、平面光源31の不透明な層35、22はブラックマトリクスを兼用する。不透明な層35、22の形状は、マトリクス状以外にも、例えばストライプ状や櫛歯状の形状であってもよい。

【0021】平面光源31は、対向する第二の基板12の側に光を発し、第一の基板11側に発せられた光は、層22により反射されることにより、第二の基板12の側に進行する。よって、平面光源31から発せられた光は、そのほとんどが液晶層10を透過し、平面光源31からの光が使用者に直接出射されない構成である。

【0022】第一の基板11に近接する側の層35は、低反射率の反射防止層であり、外部からの光が、層22の上面で反射されて使用者に向かうのを防止している。その理由は、この反射光が、液晶層10を透過していない光であるので、コントラスト比を低下させるためである。

【0023】平面光源31は、積層構造を有し、そのうち発光する層31は、前記の不透明な層35、22よりも第二の基板12に近接する側に配置する。平面光源31は、例えばエレクトロルミネッセンス（EL）素子の

構成にすることができる。EL素子にする場合には、基板 11 に近接する側より、各層を反射防止層 35、第一の光源電極 22、第一の誘電体層 24、発光層 131、第二の光源電極 23 を順次積層し、第一の光源電極 22 を金属電極とし、第二の光源電極 23 を金属酸化物などの透明な電極とする。この構成では、発光層 131 のうち第一の光源電極 23 の下部の部分のみが発光するため、第一の光源電極 23 とほぼ同形状のマトリクス状の平面光源 31 が得られる。発光した光のうち使用者側

(基板 11 側)に出射された光は、第一の光源電極 23 で反射されて基板 12 側に向かうため、使用者側に液晶層 10 を通過していない光は、到達しない。

【0024】平面光源 31 と液晶層 10 の間には絶縁層 41 を配置する。この絶縁層 41 には、単なる絶縁層ではなく、平面光源 31 からの光を散乱させるための微粒子を含む透明樹脂からなるようにすることができる。

【0025】平面光源 31 は、図 10～図 13、図 23、図 26、図 27～30 のように、第一の基板 11 の基板平面に対して傾くように配置し、第一の基板 11 の法線方向に対して傾いた方向に主に光を発するようにすることができる。平面光源 31 を傾けるためには、例えば、第一の基板上に傾斜を有するマトリクス状、ストライプ状または櫛歯状の構造を形成し、その傾斜面に平面光源を形成する構成とする。傾斜を有する構造を形成するためには、例えば窒化ケイ素膜を選択率の低いエッチング液でエッチングする方法を用いることができる。

【0026】平面光源 31 は、有色光を発するものであってもよく、あるいはまた白色光源であっても良い。有色光を発する平面光源 31 の場合には、図 23 のように、平面光源 31 と液晶層 10 との間に、B (青) G (緑) R (赤) のカラーフィルタ 51、52、53 を配置する構成とし、平面光源 31 の発光層 26 を構成する発光種を、この平面光源 31 に近接するカラーフィルタ 51、52、53 の色に対応するようにすることができる。即ち、緑のカラーフィルタ 52 に近接する平面光源 31 の発光層 26 には、主に緑色の光を発する発光種を入れる。青、赤のカラーフィルタ 53、52 についても同様にする。この時、図 23 のように平面光源 31 の傾きを利用することにより、平面光源 31 の光を主に対応するカラーフィルタの方向に選択的に照射することが可能になる。

【0027】反射電極 21 は、表面が鏡面となって使用者の背景が写り込むのを防ぐために、表面に凹凸を有する形状にすることが望ましい。このとき、図 27 のように反射電極 21 の凹凸面の法線が近接する平面光源 31 の方向に傾くように形成するようにすることができる。さらには、凹凸面の法線が主に近接する平面光源の方向と基板法線方向を二等分するように形成することができる。

【0028】カラーフィルタを用いる場合には、凹凸面

の法線がカラーフィルタに対応する平面光源の方向に傾くように形成すればよい。さらには、凹凸面の法線が主にカラーフィルタに対応する平面光源の方向と基板法線方向を二等分するように形成すればよい。

【0029】このように、本実施の形態の反射型液晶表示装置では、基板 11 と液晶層 10 の間に平面光源を配置したことにより、従来のフロントライトように導光に伴う光の損失が生じないため、光利用効率の高い補助光源が得られる。これにより、補助光源利用時の消費電力を低減できる。また、従来 3mm 以上あった補助光源の厚さを 100  $\mu$ m 程度にできるため、薄型軽量となる。

【0030】また、平面光源 31 に例えば有機 EL 素子を用いた場合には、第一の光源電極 22 を金属電極にし、第二の光源電極 23 を金属酸化物などの透明な電極にすることにより、基板 11 側に出射された光は、光源用電極 22 で反射され、対向する第二の基板 12 の方向に向かう。一方、平面光源 31 から基板 12 側に発せられた光は、そのまま基板 12 側に向かうため、これにより、平面光源 31 は、主に基板 12 側に光を発することができる。これを第二の基板 12 上の反射電極 21 で反射すれば、外部から入射する光を反射する場合と同様に、平面光源 31 を発した光は液晶層 10 を二回通過して使用者に到達する。

【0031】平面光源 31 を構成する各層のうち不透明な層 35、25 を液晶層 1 の表示画素 (反射電極 21 の形状に対応) の間隙に対向するように配置しているため、平面光源 31 を液晶層 10 と第一の基板の間に配置しても高い開口率が得られ、平面光源 31 を点灯せずに明るい環境下で液晶表示装置を使用する場合にも高い輝度が得られる。

【0032】また、平面光源 31 の発光層 131 の発光する部分は、上述のように第一の光源電極 22 の形状に対応するため、発光部は、画素の大きさに対して小さく、かつ画素の間隙に対向するように分布する。例えば、一つの画素 (反射電極の外形) の大きさを 85  $\mu$ m  $\times$  285  $\mu$ m にした場合、発光部の幅 (第一の光源電極 22 の幅) は、約 15  $\mu$ m にできる。よって、平面光源 31 を液晶層 10 から充分に離し、かつ平面光源 31 を発した光が反射電極 21 に到達するまでの間に、これを充分に散乱すれば、画素のより広い部分を照明することができる。例えば、平面光源 31 と液晶層 10 の間に絶縁層 42 を配置し、この絶縁層 42 を単なる絶縁層ではなく光を散乱させるための微粒子を含む透明樹脂により構成した場合、平面光源 31 の光は絶縁層 42 により広く散乱されるため、液晶層 10 の表示画素のより広い部分を照明することができる。

【0033】平面光源 31 を第一の基板 11 の主平面に対して傾くように配置し、第一の基板 11 の法線方向に対して傾いた方向に主に発光するようにした場合にも、液晶層 10 の画素のより広い部分を照明できるようにな

る。

【0034】また、平面光源31に有機EL素子を用いた場合には、第一の光源電極22と第二の光源電極23との間に5V程度の電圧を印加することにより発光させることができる。平面光源31に無機EL素子を用いた場合には、第一の光源電極22と第二の光源電極23との間に100V程度の電圧を印加することにより発光させることができる。平面光源31と液晶層10とを十分に絶縁することにより、平面光源31で生じる電界が液晶層10に影響を及ぼさないようにすることができる。前述のように平面光源31と液晶層10の間に絶縁層42を配置することにより、平面光源31で生じる電界を遮断することができる。

【0035】平面光源31を有色光源として、平面光源31と液晶層10との間にカラーフィルタを配置し、平面光源31の発光層を構成する発光種を近接するカラーフィルタの色に対応させる構成とした場合には、カラーフィルタによる平面光源31の出射光の光吸収率を低減でき、光の利用効率を増大できる。

【0036】従来技術でも述べたように、カラーフィルタを用いた反射型カラー液晶表示装置の場合、表示色の色純度は、光源光の発光スペクトルとカラーフィルタの透過スペクトルの二乗の積で決定される。よって、平面光源31を色純度の高い有色光源とすれば、平面光源点灯時の色純度は白色光源を用いた場合に比べて著しく向上し、透過型カラー液晶表示装置に近い色純度が得られる。

【0037】平面光源を色純度の高い有色光源とした場合にも、平面光源31を第一の基板11の主平面に対して傾けることは有効である。これにより、対応する色のカラーフィルタの方向に、光を選択的に向かうようにできるため、平面光源31点灯時の色純度をさらに向上できる。

【0038】使用者は、通常液晶表示装置を基板11の法線方向から観察するが、本実施の形態の液晶表示装置の場合、平面光源31は基板11の法線に対して斜めの方向から反射電極21に対して光を照射する。そこで、反射電極21の反射面に凹凸を形成し、その凹凸の形状を制御することにより、使用者が観察する基板法線方向により多くの平面光源光を反射できる。凹凸面の法線が近接する平面光源31の方向に傾くように形成することにより、基板11の法線方向に多くの平面光源光を反射できる。さらに、凹凸面の法線が、主に近接する平面光源31の方向と基板11の法線方向を二等分するように形成すれば、最も理想的である。この場合、平面光源光31は基板11の法線方向に正反射されるため、基板11の法線方向に最も多くの平面光源31の光を反射できる。

【0039】平面光源31を色純度の高い有色光源とした場合にも、反射電極21の反射面に凹凸を形成するこ

とは有効である。この場合、対応するカラーフィルタを透過してきた光を、使用者が観察する基板法線方向に反射するように凹凸の形状を設計しておくことにより、平面光源点灯時の色純度をさらに向上できる。

【0040】以下、本発明の実施の形態の内容を、図面を用いてより具体的に説明する。

【0041】「実施の形態1」本発明の第1の実施の形態の液晶表示装置を図1を用いて説明する。

【0042】本実施の形態の液晶表示装置は、図1のように一対の基板11、12を備えている。

【0043】一対の基板11、12のうち、第一の基板11は、ホウケイサンガラス製であり、厚さは0.7mmである。基板11の液晶層10に近接する側の面には、平面光源31、第一の絶縁層42、共通電極20、第一の配向膜15が順次積層されている。一方、第二の基板12は、第一の基板11と同じ材質と厚さであり、第二の基板12上には、反射電極21、アクティブ素子46等が搭載されている。

【0044】平面光源31は、積層構造を有し、第一の基板11に近接する側より順に反射防止層35、第一の光源用電極22、第一の誘電体層24、発光層131、第二の光源用電極23が積層された構成である。反射防止層35は、酸化アルミからなり、その層厚は0.2μmである。第一の光源用電極22は、アルミからなり、その層厚は1.0μmである。なお、反射防止層35を酸化クロムで形成し、第一の光源用電極22をクロムで形成してもよい。また、反射防止層35は、金属酸化物または顔料などの光吸収体で形成してもよく、第一の光源用電極22は、他の金属で形成してもよい。

【0045】平面光源31を構成する各層のうち、反射防止層35と第一の光源用電極22は可視光を通さないが、第一の誘電体層24、発光層131、第二の電極23は可視光に対して透明である。また、第一の光源用電極22の形状は、基板11の法線方向から見て二組のストライプが直交したマトリクス状の形状である。第一の光源用電極22のストライプの幅は35μmであり、ストライプとストライプの間の部分の幅は265μmである。反射防止層35は、基板11の法線方向から見て、第一の光源用電極22と同形状であり、第一の光源用電極22と重なり合うように配置されている。

【0046】発光層131は、蛍光体粉末を含む有機バインダからなり、その層厚は50μmである。蛍光体粉末は、本実施の形態ではMnを添加したZnSの粉末を用い、その粒径は約5μmから20μmの範囲内に分布している。有機バインダには、シアノエチルセルロースを用いた。

【0047】第一の誘電体層24は、SiO<sub>2</sub>からなり、その層厚は10μmとした。第一の誘電体層24は、SiO<sub>2</sub>以外に、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>で形成しても良く、あるいはBaTiO<sub>3</sub>やPb



TiO<sub>2</sub>などの強誘電体で形成しても良い。

【0048】第二の光源用電極23は、ITO製であり、その層厚は0.2μmである。

【0049】図2に、第一の基板11の端部における、第一の光源用電極22と発光層131、第一の誘電体層24と、第二の光源用電極23の形状ならびに配置を示す。第一の光源用電極22の露出部分と第二の光源用電極23と共通電極20の露出部分は、何れも液晶層10を封じるシール部81の外側にある。しかも、これら三者は、互いに十分に離れているため、短絡を防止しながら第一の光源用電極22と第二の光源用電極23間に電界を印加することができる。本実施の形態の光源31の構成の場合、第一の光源用電極22と第二の光源用電極23間に、実効電圧が100V程度の交流電界を印加すれば、波長が500nmから650nmの範囲の光を発することができる。

【0050】第一の絶縁層42には、アクリル系の有機高分子膜を用い、その厚さは約100μmである。共通電極20はITO製であり、層厚は0.2μmである。また、第一の配向膜15には日産化学製のポリイミド系有機高分子膜を用いた。

【0051】第二の基板12上の反射電極21は、Al製であり、層厚は2000Åである。アクティブ素子46は、逆スタガ型の薄膜トランジスタである。反射電極21は、基板11側から液晶10を透過してきた光を反射する反射板として機能と、共通電極20との間で液晶層10に電界を印加することにより、液晶層10を光を透過する明（オン）表示または透過させない暗（オフ）表示に変化させる機能とを有している。反射電極21は、予め定めた形状に互いに分離され、マトリクス状に配置されている。その数は縦方向に480個、横方向に640個である。マトリクス状の反射電極21のそれぞれが1画素を形成する。ここでは、反射電極21のを概略正方形とし、その大きさは約275μm×275μmとする。隣接する反射電極21は25μm離れており、開口率は約84%である。

【0052】反射電極21にはそれぞれアクティブ素子46が、導体の充填されたスルーホール41により接続されている。反射電極21とアクティブ素子46との間には、SiNx製の第二の絶縁層43と第一の凹凸形成層45が配置され、これらにより絶縁されている。第一の凹凸形成層45は、反射電極21の形状を凹凸にするために配置されている。反射電極21を凹凸形状にすることにより、液晶10を透過してきた光は散乱されて反射されるため、使用者の背景等が反射電極21に写り込むを防ぐことができると共に、液晶層10全体を照明することができる。

【0053】第一の凹凸形成層45は、ポジ型もしくはネガ型の感光性樹脂により形成されている。第一の凹凸形成層45は、第二の絶縁層と反射電極の間に島状に多

数個配置されている。第一の凹凸形成層45をこのような形状にする形成方法としては、感光性樹脂を塗布して膜状にした後、フォトリソグラフにより円柱状に形成し、その後に加熱してその形状を変形させ、図1に示したように緩やかな傾斜を有する島状の形状とする方法を用いる。反射電極21は、この上に形成されるため、反射電極21の表面は緩やかな凹凸面になり、光散乱性を付与される。

【0054】第二の配向膜16には、第一の配向膜15と同様に日産化学製のポリイミド系有機高分子を用いた。第一の配向膜15と第二の配向膜16にはラビング法で配向処理を施してある。そして、組み立て後の第一の配向膜15と第二の配向膜16の配向方向が240度を成すようにした。

【0055】これらの2枚の基板11、12は、双方の配向膜が対向する様に対向しており、これらの間には液晶層10が保持されている。基板11、12の周囲は、シール部81により封止されている。また、2枚の基板11、12間の間隔を保ち、液晶層厚を均一にするために、2枚の基板11、12の間には、スペーサ（不図示）が挟まれている。スペーサは、球状のポリマービーズでその直径は7μmであり、表示部全体に分散されている。分散密度は1cm<sup>2</sup>あたり約100個とした。シール部81は、エポキシ系樹脂に球状のポリマービーズを混合したものを表示部の周辺に塗付して形成した。

【0056】なお、液晶層10には、アントラキノン系およびジアンソ系の2色性色素とMerck社製のカイラル剤S811とMerck社製の液晶組成物MLZ4792の混合物を用いた。S811の重量比は約0.9%とした。MLZ4792は、誘電率異方性が正で、アクティブ駆動が可能な高抵抗の液晶組成物である。

【0057】なお、図1では示していないが、平面光源31ならびに反射電極21には、それぞれ駆動回路が接続されている。また、基板11、12の周囲には、補強用の金枠をつけられている。この状態での液晶表示装置の厚さは5.1mmであった。図1の液晶表示装置を基板11の法線方向から見ると、第一の光源電極22と反射電極21の位置関係は、図3のようになる。すなわち、第一の光源電極22は、反射電極21の間隙に重なるようにしてマトリクス状に分布している。このため、光を通さない第一の光源用電極22を、液晶層10よりも第一の基板11側に配置したのにもかかわらず、高い開口率が得られる。本実施の形態の液晶表示装置では、この状態での開口率は78%である。

【0058】また、反射防止層35と第一の光源電極22は、ブラックマトリクスとしても機能し、反射電極22が存在せず、表示を行わない部分を隠すことによりコントラスト比を増大する効果がある。

【0059】この液晶表示装置に、外部から白色光を照射し、ゲートオープン状態で反射電極21の印加電圧



を変化させて、反射率の印加電圧依存性を測定した。その結果を図4に示す。ノーマリクローズ型の印加電圧依存性が得られ、反射率が増大を始めるしきい値電圧は約2.7Vにある。印加電圧の実効値が1Vの時の反射率は10%であり、10Vの時の反射率は32%であり、両電圧間で駆動することにより3.2:1のコントラスト比が得られた。

【0060】つぎに、平面光源31の第一および第二の光源用電極22、23間に、周波数60Hz、実効電圧100Vの交流電界を印加したところ、平面光源31は発光し、液晶表示装置の表示部全体が黄橙色の光で照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。また、その時のコントラスト比は3.0:1であり、外部から白色光を照射して測定した場合とほぼ同様の値が得られた。明表示の輝度は21cd/m<sup>2</sup>であった。このように高いコントラスト比が得られたのは、平面光源31が画素の間隙部分でのみ発光し、かつ、基板11側へ向かって発光した光が第一の光源用電極22で反射されるため、発光した光が使用者側には直接出射されないためである。これにより、外光照射時と同様に液晶層10を2回通過して使用者側に到るため、発光した光を液晶層10でほとんどすべて変調することができる。

【0061】以上のように、第一の基板の液晶層10に近接する側に平面光源を備えたことにより、液晶表示装置の厚さを増大せずに暗い環境下における表示の読み取りを可能にした。しかも、平面光源31の点灯時に、外光照射時と、ほぼ同様のコントラスト比を得ることができた。

【0062】「実施の形態2」つぎに、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置について図5を用いて説明する。図5の液晶表示装置は、平面光源31の層構造と発光層131の材質とが図1の液晶表示装置とは異なる。

【0063】図5の液晶表示装置では、発光層131の厚さを低減し、かつ、発光層131が第一の誘電体層24と第二の誘電体層25で挟まれる構造にした。発光層131の厚さは1μmとし、第一の誘電体層24と第二の誘電体層25の厚さはいずれも0.5μmとした。発光層131の材質は、Mnを添加したZnSとし、MnとZnSを同時蒸着することにより形成した。他の構成は、第1の実施の形態の図1の液晶表示装置と同じであるので説明を省略する。

【0064】このように、発光層131を蒸着により成膜する方法を用いることにより、発光層131を大幅に薄くすることができる。また、第一の誘電体層24と第二の誘電体層25は、発光層131で発生するホットキャリア等により第一の光源用電極22や第二の光源用電極23が損傷するのを防ぐ機能を有する。

【0065】この液晶表示装置に、外部から白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、実施の形態1と同様に3.0:1のコントラスト比が得られ

た。

【0066】また、平面光源31に、周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加したところ、液晶表示装置の表示部全体が黄橙色の光で照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。明表示の輝度は22cd/m<sup>2</sup>であった。また、その時のコントラスト比は3.5:1であり、反射光測定時とほぼ同様の値が得られた。

【0067】以上の様に、発光層131を蒸着で形成することによりその層厚を大幅に低減することができた。また、図5の液晶表示装置の場合も、実施の形態1と同様の様に、第一の基板の液晶層10に近接する側に平面光源を備えたことにより、液晶表示装置の厚さを増大せずに暗い環境下における表示の読み取りが可能になった。しかも、平面光源31の点灯時に、外光照射時と、ほぼ同様のコントラスト比を得ることができた。

【0068】「実施の形態3」本発明の第3の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0069】本実施の形態の液晶表示装置の断面構成は、実施の形態2の図5の構成と同じであるが、平面光源31の第一の光源用電極22及び反射防止層35の平面形状が異なっている。

【0070】図6に、基板11の法線方向から見た本実施の形態の第一の光源用電極22の形状と反射電極21との形状を示す。第一の光源用電極22は、ストライプ状であり、反射電極21の間隙部分に重なるように配置されている。なお、各ストライプ状の第一の光源用電極22は、表示部の外側において互いに接続されている。反射防止層35も、第一の光源用電極22と同じ形状であり、第一の光源用電極22と重ねて配置されている。このように、本実施の形態の液晶表示装置は、第一の光源用電極22と反射防止層35をストライプ形状にしたため、高い開口率が得られ、図6の状態での開口率は82%であった。この場合も、反射防止層35と第一の光源用電極22は、ブラックマトリクスとしても機能する。

【0071】この液晶表示装置に白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、2.5:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.0:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0072】以上のように、反射防止層35と第一の光源用電極22の平面形状をストライプ状にした場合にも、液晶表示装置の厚さを増大せずに暗い環境下での表示の読み取りが可能な液晶表示装置を得ることができた。また、平面光源31の点灯時も外光照射時とほぼ同様のコントラスト比を得ることができた。

【0073】「実施の形態4」本発明の第4の実施の形

態の液晶表示装置について説明する。

【0074】本実施の形態の液晶表示装置の断面構成は、実施の形態2の図5の構成と同じであるが、第2の実施の形態とは、平面光源31の第一の光源用電極22及び反射防止層35の平面形状が異なる。

【0075】図7に、基板11の法線方向から見た本実施の形態の第一の光源用電極22の形状と反射電極21の形状を示す。第一の光源用電極22は櫛歯状であり、反射電極21の間隙部分に重なるように配置されている。なお、各櫛歯状の第一の光源用電極22は、表示部の外側において互いに接続されている。反射防止層35は、第一の光源用電極22と同形状であり、第一の光源用電極22と重ねて配置される。このように、本実施の形態の液晶表示装置は、第一の光源用電極22と反射防止層35を櫛歯状にしたため、反射防止層35と第一の光源用電極22を第一の基板11上に配置したのにもかかわらず、高い開口率が得られ、この状態での開口率は78%であった。また、反射防止層35と第一の光源用電極22は、ブラックマトリクスとしても機能する。

【0076】この液晶表示装置に白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、2.9:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.3:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0077】以上のように、反射防止層35と第一の光源用電極22の平面形状を櫛歯状にした場合にも、液晶表示装置の厚さを増大せずに暗い環境下での表示の読み取りが可能な液晶表示装置を得ることができた。また、平面光源31の点灯時も外光照射時とほぼ同様のコントラスト比を得ることができた。

【0078】「実施の形態5」本発明の第5の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0079】本実施の形態の液晶表示装置の断面構成は、実施の形態2の図5の構成と同じであるが、第2の実施の形態とは、平面光源31の第一の光源用電極22及び反射防止層35の平面形状が異なる。

【0080】本実施の形態の液晶表示装置では、第一の光源用電極22および反射防止層35を平面形状を両側に歯を持つ櫛歯状に変えた。図8に、基板11の法線方向から見た本実施の形態の第一の光源用電極22の形状と反射電極21との形状を示す。第一の光源用電極22は両側に歯をもつ櫛歯状であり、反射電極21の間隙部分に重なるように配置されている。なお、各櫛歯状の第一の光源用電極22は、表示部の外側において互いに接続されている。反射防止層35は、第一の光源用電極22と同形状であり、第一の光源用電極22と重ねて配置される。このような形状にしたため、本実施の形態の液晶表示装置は、反射防止層35と第一の光源用電極22

を第一の基板11上に形成したのにもかかわらず高い開口率が得られ、この状態での開口率は78%であった。また、反射防止層35と第一の電極22はブラックマトリクスとしても機能する。

【0081】本実施の形態の液晶表示装置に、白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、2.9:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.3:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0082】以上のように、反射防止層35と第一の光源用電極22の平面形状を両側に歯を持つ櫛歯状にした場合にも、液晶表示装置の厚さを増大せずに暗い環境下での表示の読み取りが可能な液晶表示装置を得ることができた。また、平面光源31の点灯時も外光照射時とほぼ同様のコントラスト比を得ることができた。

【0083】「実施の形態6」本発明の第6の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0084】本実施の形態の液晶表示装置では、実施の形態2の液晶表示装置と同様の積層構成であるが、図9のように、平面光源31の第一の誘電体層24と発光層131と第二の誘電体層25と第二の光源用電極23の平面形状を、第一の光源用電極22の平面形状と同様にマトリクス状の形状とした。すなわち、第一の誘電体層24と発光層131と第二の光源用電極23は、第一の光源用電極22と重なる部分にのみ配置されている。また、第二の誘電体層24は、第一の光源用電極22と重なる部分に配置されているほか、発光層131の断面を覆うように配置されている。第二の誘電体層24をこのような配置にすることにより、発光層131で発生した高い運動エネルギーを有する電子が、発光層131の断面を通して他の層に到達することを防ぐことができると共に、製造プロセスにおける発光層131の損傷を軽減することができる。

【0085】この液晶表示装置に、白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、3.6:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.7:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0086】また、これらのコントラスト比は、第1～第5の実施の形態の液晶表示装置のコントラスト比よりも高い。その理由は、図9の構成では、第一の光源用電極22の開口部に、第一の誘電体層24、発光層131、第二の誘電体層25、第二の光源用電極23が存在しないため、開口部に存在する層数が減少したことにより、液晶層10を透過して使用者側に向かう光が通過する界面の数が減少したためである。これにより、界面反

射が減少し、第2の実施の形態をはじめ第1、第3～5の実施の形態の液晶表示装置に比べてもコントラスト比が増大した。

【0087】「実施の形態7」本発明の第7の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0088】本実施の形態の液晶表示装置の断面構成は、実施の形態2の図5の構成とほぼ同じであるが、第一の絶縁層42の材質を、光を散乱する材質のものに変更し、かつ、第一の凹凸形成層45を配置せず、第二の絶縁層43上に直接反射電極21を配置した。したがって、反射電極21は、凹凸のない平面となった。第一の絶縁層42の材質は、具体的には、シリコン製の微粒子を分散したアクリル系有機高分子にした。シリコン製微粒子は、ほぼ球状で、その直径は $3\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ とした。

【0089】第一の絶縁層42をシリコン製の微粒子を分散したアクリル系有機高分子に変え、第一の絶縁層42に光散乱性を付与することにより、反射電極21を平面としても光散乱性が得られ、実施の形態2の液晶表示装置とほぼ同等の表示特性を得ることができた。しかも、本実施の形態の液晶表示装置は、製造工程で、第一の凹凸形成層45を形成する必要がないため、製造プロセスを簡略化することができる。

【0090】なお、本実施の形態の液晶表示装置に白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、3.0:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.4:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0091】以上のように、第一の絶縁層42に光散乱性を付与することにより、製造プロセスが簡単で、しかも、高いコントラスト比を得ることができる反射型液晶表示装置を得ることができる。

【0092】「実施の形態8」本発明の第8の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0093】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態2の図5の液晶表示装置と同様の構成であるが、図10のように、第一の基板11と反射防止層35の間に断面が三角形の傾斜層40を新たに形成し、傾斜層40の一方の傾斜面の上に反射防止層35および第一の光源用電極22を配置した点が実施の形態2とは異なる。傾斜層40は、 $\text{SiNx}$ からなる。傾斜層40は、ここではその断面が2等辺三角形であり、その底辺の幅と高さはそれぞれ $80\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ とした。この傾斜層40を形成する方法としては、基板11の上に $\text{SiNx}$ 層を成膜し、これを選択比の低いエッチング液でエッチングする方法を用いることができる。

【0094】図10の液晶表示装置では、傾斜層40上に反射防止層35と第一の光源用電極22を形成したこ

とにより、平面光源31は基板11の法線に対して傾いた方向に主に発光する。これにより、平面光源31の発する光がより多く反射電極21に達するようになり、輝度を向上させることができる。

【0095】具体的には、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加し、表示を行ったところ、明表示の輝度は $27\text{cd}/\text{m}^2$ であった。この輝度は、実施の形態2の液晶表示装置を上回るものである。

10 【0096】「実施の形態9」本発明の第9の実施の形態の液晶表示装置について図11を用いて説明する。

【0097】本実施の形態の図11の液晶表示装置は、実施の形態8の図10の液晶表示装置の構成と同様の構成であるが、傾斜層40の大きさを図10よりも小さくした点が実施の形態8とは異なる。そして、反射防止層35と第一の光源用電極22は、傾斜層40の一方の斜面と、傾斜層40の存在しない基板11部分とにまたがるように配置している。具体的には、傾斜層40の底辺の幅と高さをそれぞれ $40\mu\text{m}$ 、 $6\mu\text{m}$ とした。

20 【0098】このような構成にした場合も、平面光源31は基板11の法線に対して傾いた方向に主に発光するため、平面光源31の発する光がより多く反射電極21に達するようになり、輝度を向上させることができる。

【0099】具体的には、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示を行ったところ、明表示の輝度は $25\text{cd}/\text{m}^2$ であった。この輝度は、実施の形態2の液晶表示装置を上回るものである。

30 【0100】「実施の形態10」本発明の第10の実施の形態の液晶表示装置について図11を用いて説明する。

【0101】本実施の形態の図11の液晶表示装置は、実施の形態8の図10の液晶表示装置の構成と同様であるが、傾斜層40の断面形状を台形とした点が実施の形態8とは異なる。そして、反射防止層35と第一の光源用電極22は、傾斜層40の台形の一方の斜面にのみ配置している。ここでは、傾斜層40の台形の底辺の幅を $100\mu\text{m}$ 、上辺の幅を $20\mu\text{m}$ 、高さを $10\mu\text{m}$ とした。

40 【0102】これにより、平面光源31は基板11の法線に対して傾いた方向に主に発光するため、平面光源31の発する光がより多く反射電極21に達するようになり、輝度を向上させることができる。平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示を行ったところ、明表示の輝度は $27\text{cd}/\text{m}^2$ であった。この輝度は、実施の形態2の液晶表示装置を上回るものである。

50 【0103】なお、上述の実施の形態8～10は、傾斜層40を三角形や台形にする例を示したが、これら以外にも、傾斜層40の形状を種々に変えて平面光源の主な

発光方向を基板法線に対して傾ければ、同様にして輝度向上の効果が得られる。

【0104】「実施の形態11」本発明の第11の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0105】本実施の形態の液晶表示装置は、図13に示すように、実施の形態8の図10の液晶表示装置とほぼ同様の構成であるが、第一の誘電体層24と発光層131と第二の光源用電極23の平面形状を、第一の光源用電極22の平面形状と同じマトリクス状の形状とした点が実施の形態8とは異なる。すなわち、第一の誘電体層24と発光層131と第二の光源用電極23を、第一の光源用電極22の下部のみに配置する。また、第二の誘電体層24は、第一の光源用電極22と重なる部分に配置しているほか、発光層131の断面を覆うように配置している。

【0106】なお、このような形状の平面光源31を作製する方法としては、第一の光源用電極22までを形成した後、第一の光源用電極22が存在しない部分をマスクで覆い、その後第一の誘電体層24と第二の誘電体層25をスピンコートで成膜することにより、第一の光源用電極22が存在する部分だけに選択的に形成する方法を用いることができる。同様に、発光層131も第一の光源用電極22が存在しない部分をマスクで覆った後に蒸着で成膜することにより、第一の光源用電極22が存在する部分だけに選択的に形成することができる。ただし、第二の誘電体層25形成時には開口部が第一の光源用電極22形成時よりも広いマスクを用いる。

【0107】本実施の形態の液晶表示装置に白色光を照射して反射率の印加電圧依存性を測定したところ、3.6:1のコントラスト比が得られた。また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明した時のコントラスト比を暗室で測定したところ3.7:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。またこの時の明表示の輝度は27cd/m<sup>2</sup>であった。

【0108】このように実施の形態2よりも高いコントラスト比が得られたのは、実施の形態6の図9の液晶表示装置の場合と同様に、第一の光源用電極22の開口部に、第一の誘電体層24、発光層131、第二の誘電体層25、第二の光源用電極23が存在しないため、開口部に存在する層数が減少し、開口部の界面反射が減少したためである。また、平面光源31の主な発光方向を基板法線に対して傾けた効果がこれに相乗し、実施の形態2の液晶表示装置を上回る明表示の輝度を得ることができた。

【0109】「実施の形態12」本発明の第12の実施の形態の液晶表示装置について図14を用いて説明する。

【0110】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態2の図5の液晶表示装置と同様の構成であるが、第二

の配向膜16と液晶層10の間に、位相板47と第三の配向膜17とを配置した点が実施の形態2とは異なる。

【0111】図14の液晶表示装置において、第一の配向膜15と第三の配向膜17の配向方向は、互いに反平行となるようにし、第二の配向膜16と第三の配向膜17の配向方向は45度をなすようにした。位相板47のリタデーションは4分の1波長である。また、液晶層10を構成する液晶材料はカイラル材を含まないものとした。これにより液晶層10はホモジニアス配向とし、かつ液晶層10の配向方向と位相板の配向方向のなす角を45度にすることができる。

【0112】図14の液晶表示装置に白色光を照射して、ゲートオープン状態で反射電極21の印加電圧を変化させ、反射率の印加電圧依存性を測定した。その結果を図18に示す。ノーマリクローズ型の印加電圧依存性が得られ、実効値が1V、10Vの電圧印加時の反射率はそれぞれ5%、35%であり、両電圧間で駆動することにより7.0:1のコントラスト比が得られた。

【0113】また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加したところ、液晶表示装置の表示部全体が黄橙色の光で照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。明表示の輝度は22cd/m<sup>2</sup>であった。また、その時のコントラスト比は6.5:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0114】以上の様に、液晶層10をホモジニアス配向とし、かつ液晶層の配向方向と位相板の配向方向のなす角を45度にしたことにより、液晶層を伝播する2種の固有偏光の両方を効率良く吸収できるようになり、コントラスト比を増大することができた。また、平面光源点灯時のコントラスト比も非点灯時のコントラスト比も、ほぼ同様に向上することができた。

【0115】なお、本実施の形態の位相板47および第三の配向膜17は、以下のような方法で形成することができる。位相板47の形成工程および第三の配向膜17の形成工程を図15(a)～(f)を用いて説明する。

【0116】ここでは、光重合性の液晶分子を重合させることにより、位相板47を形成している。また、光配向性の材料により、第三の配向膜17を形成している。

【0117】初めに、第二の配向膜16をスピンコート法にて形成し(図15(a))、これにラビングロール80を用いたラビング法により配向処理を施した(図15(b))。

【0118】次に、位相板47の形成のために、第二の配向膜16の上に光重合性の液晶分子層を形成する。ここでは光重合性液晶分子としては、Dirk J. Broer, Rifa t A. M. Hikment, Ger Challaらの文献(Makromol. Chem, Vol 190, 3201 - 3215 (1989))に記載されているものを用いた。図17にその分子構造を示した様に、光重合性液晶分子は両端のアクリル基によりポリマー状に重合

することができる。また、中央部のメソゲン部と棒状構造により液晶状態をとることができる。

【0119】まず、第二の配向膜16の上に、溶媒に溶かした光重合性液晶分子をスピンコート法を用いて塗布し、層1501を形成する(図15(c))。その後、層1501の溶媒を除去し、160℃に加熱して光重合性液晶分子をいったん等方層にする。さらに、温度を140℃に下げて光重合性液晶分子を液晶層とし、第二の配向膜16の配向方向に配向させる。光重合性液晶分子層は十分に薄いため第二の配向膜16による配向規制力が層全体に及び、同層は第二の配向膜16で規定された方向に対して平行にホモニアス配向を形成した。その後これに光照射して液晶分子を重合させ、配向方向を保ったまま位相板47にした(図15(d))。光照射の光源には波長360nmに輝線を有する高圧水銀燈を用い、照射光量は5 J/cm<sup>2</sup>、照射時間は5分とした。重合後の複屈折は、重合条件に依存するものの、およそ0.15から0.16の値になる。ここでは、位相板47の膜厚を約1 μmとすることにより、そのリタデーションを4分の1波長とした。

【0120】その後、光配向性の材料により、第三の配向膜17を形成する。まず、スピンコート法にて光配向性の材料の層1517を形成した(図15(e))。ここでは、光配向性の材料として、パラメトキシ桂皮酸を側鎖に有するポリビニルエステルを用いる。その分子構造を図16に示す。この材料は、光照射により側鎖のパラメトキシ桂皮酸が光2量化反応を起こす。また、この材料により形成した層1517は、照射光として直線偏光を用いれば、その電気ベクトルの振動方向により光反応を生じる2つのパラメトキシ桂皮酸の組み合わせを選択できるため、光反応で生じる化学結合の方向を制御することができる。液晶分子は直線偏光の振動方向に垂直に配向することが経験的に知られているため、照射光(直線偏光)の振動方向により液晶の配向方向を制御できる。

【0121】次に、層1517に光を照射することにより配向処理を施す(図15(f))。ここでは、配向処理を行う際の光源には、波長360nmに輝線を有する高圧水銀燈を用い、グラントムソンプリズムにより自然光である光源光を直線偏光にした。照射光量は5 J/cm<sup>2</sup>、照射時間は2分とした。

【0122】これらの光配向性材料と光配向技術に関しては、例えば特許公報第2608661号、Martin Schadt, Hubert Seiberle, Andreas Schusterらの文献(NATURE, Vol 381, 16 May 1995)に詳細に記載されている。図16に示した光配向性材料の他にも、例えばカルコン系有機高分子も同様にして用いることができる。光重合型の光配向膜の他にも光分解反応を利用した光配向性材料や、光異性化反応を利用した光配向性材料を用いることができる。

【0123】「実施の形態13」つぎに、本発明の第13の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0124】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態12の図14の液晶表示装置において、位相板47のリタデーションと、第一の配向膜15、第二の配向膜16、第三の配向膜17の配向方向を変更したものである。具体的には、位相板47の層厚を約0.5 μmとすることによりそのリタデーションを75 nmとした。また、第三の配向膜17の配向方向は、第一の配向膜15のそれに対して左回りに240度をなすように設定し、かつ第二の配向膜16の配向方向は第三の配向膜16の配向方向に対して左回りに45度をなすように設定した。また、液晶層10の液晶材料は実施の形態2と同様にカイラル剤を0.9%含むものとした。

【0125】これにより、液晶層の配向状態を捻れ配向とし、捻れ角は240度とし、捻れ方向は第一の基板11から第二の基板12に向かって左回りとした。また、位相板47の配向方向を近接する液晶層10の配向方向に対して左回りに45度とした。

【0126】この液晶表示装置に白色光を照射して、ゲートオープン状態で反射率の印加電圧依存性を測定した。その結果を図19に示す。ノーマリクローズ型の印加電圧依存性が得られ、実効値が1 V、10 Vの電圧印加時の反射率はそれぞれ4%、33%であり、両電圧間で駆動することにより8.2:1のコントラスト比が得られた。また、印加電圧の実効値が1 Vにおける表示色はほぼ無彩色になった。

【0127】また、平面光源31に周波数1 kHz、実効電圧200 Vの交流電界を印加したところ、液晶表示装置の表示部全体が黄橙色の光で照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。明表示の輝度は21 cd/m<sup>2</sup>であった。また、その時のコントラスト比は7.1:1であり、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。

【0128】以上の様に、液晶層10を捻れ配向とし、かつ液晶層10の配向方向と近接する位相板47の配向方向のなす角を左回りに45度にしたことにより、液晶層10を伝播する2種の固有偏光の両方を可視波長全体に渡って効率良く吸収できるようになり、コントラスト比を増大できると共に、暗表示の表示色をほぼ無彩色にすることができた。

【0129】「実施の形態14」つぎに、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置について図5を用いて説明する。

【0130】本実施の形態の液晶表示装置は、図20のように、実施の形態2の図5の液晶表示装置と同様の構成であるが、第二の配向膜16と液晶層10の間に位相板47と第三の配向膜17を配置し、さらに、第一の配向膜15と液晶層10の間に偏光板48と第四の配向膜18を配置している点が実施の形態2とは異なる。

【0131】位相板のリタレーションは、実施の形態13と同様に4分の1波長とした。また、第三の配向膜17と第四の配向膜18の配向方向は、互いに反平行となるように設定した。これにより、液晶層10の配向状態をホモニアス配向とした。また、第一の配向膜15の配向方向は、第三の配向膜17の配向方向に対して90度をなすように設定した。第二の配向膜16の配向方向は、第四の配向膜18の配向方向に対して45度をなすように設定した。

【0132】液晶層にはMerck社製のMLC-6252を用い、スペーサには直径が4 $\mu$ mの球状のポリマービーズを用いた。シール部にもこれと同様のポリマービーズを用いた。これにより液晶層の厚さを約4 $\mu$ mにし、液晶層の $\Delta n d$ を約0.32 $\mu$ mに設定した。

【0133】位相板47と第三の配向膜17の材質と形成方法は実施の形態13と同様とした。

【0134】一方、偏光板48の形成過程は図15に示した位相板47の形成過程とほぼ同様であるが、位相板47では光重合性液晶分子を用いるのに対し、偏光板48では光重合性液晶分子と2色性色素の混合物を用いる点が異なる。

【0135】偏光板48を形成する手順としては、初めに、第一の配向膜15をスピンコート法にて形成し、これにラビングロール80を用いたラビング法により配向処理を施した。次に、第一の配向膜15の上に2色性色素を混合した光重合性の液晶分子を形成した。光重合性液晶分子と2色性色素の混合物からなる層は充分に薄いため、第一の配向膜15の配向規制力が層全体に及び、同層は第一の配向膜15で規定された方向に対して平行にホモニアス配向を形成する。この時、光重合性液晶分子中の2色性色素も光重合性液晶分子に沿うようにしてホモニアス配向を形成する。その後この層に光照射して光重合性液晶分子を重合させた。光重合性液晶分子は、ホモニアス配向を保ったまま重合して高分子化し、同様に2色性色素もホモニアス配向を保ったまま高分子中に取り込まれる。そのため、光重合によって生じた高分子と2色性色素の混合物は、偏光板48として機能する。その後、第四の配向膜19をスピンコート法にて形成した。第四の配向膜には光配向性の有機高分子を用い、これに光を照射して配向処理を施した。

【0136】第一の配向膜15には、第二の配向膜16と同様にポリイミド系の有機高分子を用いた。また、第四の配向膜18には、第三の配向膜17と同様にパラメトキシ桂皮酸を側鎖に有するポリビニルエステルを用いた。位相板47の形成方法は、実施の形態12の位相板47と同じである。

【0137】この液晶表示装置に白色光を照射して、ゲートオープン状態で反射率の印加電圧依存性を測定した。その結果を図21に示す。概略ノーマリオープン型の印加電圧依存性が得られ、印加電圧の実効値が2.2

Vの時に反射率は極大値である36%になり、10Vの時に反射率は4%になり、両電圧間で駆動することにより9.0:1のコントラスト比が得られた。

【0138】また、平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加したところ、液晶表示装置の表示部全体が黄橙色の光で照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。明表示の輝度は21cd/m<sup>2</sup>であった。また、その時のコントラスト比は6.1:1であり、反射光測定時の6割程度であるが実用上充分な値が得られた。

【0139】以上の様に、第一の基板11の液晶層10に近接する側の面上に偏光板48を形成したことにより、より高コントラスト比の表示を得ることができた。

【0140】「実施の形態15」本発明の第15の実施の形態の液晶表示装置について図22、図23等を用いて説明する。

【0141】本実施の形態の液晶表示装置は反射型カラー液晶表示装置であり、図23のように、B(青)G(緑)R(赤)のカラーフィルタ53、52、51を備える。また、光源31を傾斜させて配置し、発光した光が近接するカラーフィルターに向かって発せられるようにした。さらに、光源31とカラーフィルタ53、52、51との間に色変換層55、56、57を配置した。以下、これを具体的に説明する。

【0142】本実施の形態の液晶表示装置は、反射電極21を概略長方形とし、長辺と短辺の長さはそれぞれ285 $\mu$ m、85 $\mu$ mとした。この反射電極21を長辺の方向に480個、短辺の方向に640 $\times$ 3個配列した。これに合わせて、反射電極21に電圧を供給するアクティブ素子46と両者を接続するスルーホール50の総数も、実施の形態2の液晶表示装置と比較して3倍に増やした。反射電極21間の距離は15 $\mu$ mとした。この場合の開口率は約80%である。

【0143】また、第一の光源電極22の形状は、櫛歯状として、反射電極21の間隙部分に配置するようにした。また、第一の光源電極22の櫛歯の歯に相当する部分は、反射電極21の短辺と短辺と間隙部分に対向するようにした。なお、第一の光源電極22の幅は20 $\mu$ mとした。

【0144】また、第一の基板11と反射防止層35の間には傾斜層40を配置し、その断面形状は台形とした。台形の底辺の長さは50 $\mu$ m、上辺の長さは10 $\mu$ m、台形の高さは10 $\mu$ mとした。図23に示すように、反射防止層35、第一の光源電極22等は、傾斜層40の台形の傾斜面上に配置されている。

【0145】また、本実施の形態の液晶表示装置では、平面光源31の層構造と構成材料を上述してきた実施の形態とは異なるものにした。すなわち、図23のように、第一の発光電極22の側から順に、電子輸送層61、発光層26、正孔輸送層62、正孔注入層63を積



層し、その上に第二の光源用電極 23 を配置した。

【0146】電子輸送層 61 は、トリス (8-キリノール) アルミニウム錯体により形成した。発光層 26 は、1, 4-bis (2, 2-diphenylvinyl) biphenyl を母材として 1, 4-bis (N-ethyl) carbazolvinylyl biphenyl を 4 mol % 混合したものにより形成した。正孔輸送層 62 は、N, N'-bis-3-methylphenyl-N, N'-diphenyl-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine により形成した。正孔注入層 63 は、フタロシアニン銅錯体により形成した。これら各層は、マスクを用いた部分蒸着により形成した。

【0147】また、第一の光源電極 22 の構成材料としては、マグネシウムと銀を用い、蒸着により形成した。

【0148】また、平面光源 31 は、新たに配置した第三の絶縁層 44 で覆うようにした。そして、第二の光源電極 23 に第三の絶縁層 44 を挟んで対向する位置に、色変換層 55、56、57 を新たに配置した。色変換層 55、56、57 は、平面光源 31 から発せられた青色光を吸収し、それぞれ赤、緑、青の光を発光するものである。色変換層 55、56、57 の平面形状は、第一の光源電極 22 と同様に櫛歯状とし、第一の光源電極 22 に重なるように配置した。したがって、色変換層 55、56、57 は、図 22 のように、反射電極 21 の間隙を覆うような形状になる。

【0149】色変換層 55、56、57 は、色素を含むバインダー樹脂からなる。色変換層 55 の色素にはシアニン系色素の 4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノステリル)-4H-ピランを用いた。色変換層 56 の色素にはクマリン系色素の 2、3、5、6-1H、4H-テトラヒドロ-8-トリフロメチルキノリジノ (9、9a、1-g h) クマリンを用いた。色変換層 57 の色素にはスチルベン系色素である 1、4-ビス (2-メチルスチル) ベンゼンを用いた。色変換層 55、56、57 のバインダー樹脂にはポリメチルメタクリレートを用いた。

【0150】色変換層 55 の色素にはシアニン系色素の他にもピリジン系色素、ローダミン系色素、オキサジン系色素を用いることができる。色変換層 57 の色素には、スチルベン系色素の他にもクマリン系色素を用いることができる。また、バインダー樹脂にはポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール等の透明樹脂を用いることができる。

【0151】第一の絶縁層 42 と共通電極 20 の間には、ストライプ状のカラーフィルタ 51、52、53 が並べて配置されている。カラーフィルタ 51 は、赤色を呈し、カラーフィルタ 52 は緑色を呈し、カラーフィルタ 53 の青色を呈する。これらストライプ上のカラーフィルタ 51、52、53 の長手方向は、反射電極 21 の

長辺に平行である。これらカラーフィルタ 51、52、53 は顔料分散法で作成した。その透過スペクトルは図 24 に示したように赤のカラーフィルタ 51、緑のカラーフィルタ 52、青のカラーフィルタ 53 でそれぞれおよそ 620 nm、540 nm、480 nm の波長に極大を示す。

【0152】また、平面光源 31 は、上述したように傾斜層 40 の傾斜面上に配置されているため、平面光源 31 から出射された光は、近接するカラーフィルタに向かって選択的に発せられる。また、色変換層 55、56、57 は、対向している平面光源 31 の光が何色のカラーフィルタに入射するかによって、発光する色が決定されている。すなわち、対向する平面光源 31 の光が赤のカラーフィルタ 51 に向かって発せられる色変換層 55 は、平面光源 31 の発する青色の光を吸収して赤色の光を発光する材料により形成されている。また、対向する平面光源 31 の光が緑のカラーフィルタ 52 に向かって発せられる色変換層 56 は、平面光源 31 の発する青色の光を吸収して緑色の光を発光する材料により形成されている。さらに、対向する平面光源 31 の光が青のカラーフィルタ 53 に向かって発せられる色変換層 57 は、平面光源 31 の発する青色の光を吸収して青のカラーフィルタ 53 の最も透過しやすい波長の青色光を発光する材料により形成されている。

【0153】また、液晶層 10 と第二の配向膜 16 の間には、実施の形態 12 の液晶表示装置と同様に位相板 47 と第三の配向膜 17 を配置した。また、第一の配向膜 15 は、第三の配向膜 17 と同様にパラメトキシ桂皮酸を側鎖に有するポリビニルエステルにより形成し、偏光した紫外光を照射して配向処理を行った。第一の配向膜 15、第二の配向膜 16、第三の配向膜 17 の配向処理方向は実施の形態 12 の液晶表示装置と同様にした。また、位相板 47 のリタレーションも実施の形態 12 の液晶表示装置と同様に 4 分の 1 波長にした。

【0154】この液晶表示装置に白色光を照射し、反射率の印加電圧依存性を測定したところ、ノーマリクローズ型の印加電圧依存性が得られ、実効値が 1 V、10 V の電圧印加時の反射率はそれぞれ 4%、29% であり、両電圧間で駆動することにより 7.2 : 1 のコントラスト比が得られた。また、赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE 色度座標系においてそれぞれ (0.422、0.305)、(0.335、0.381)、(0.269、0.274) であった。これを色度図上にプロットすると図 25 のようになった。

【0155】また、第一の光源電極 22 を陰極、第二の光源電極 23 を陽極として、平面光源 31 に電圧 6 V の直流電界を印加したところ、液晶表示装置の表示部全体がほぼ白色に照明され、暗室においても表示を読み取ることができた。明表示の輝度は 20 cd/m<sup>2</sup> であった。また、その時のコントラスト比は 6.0 : 1 であ

り、白色光照射時とほぼ同様の値が得られた。また、赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE色度座標系においてそれぞれ(0.447、0.296)、(0.293、0.454)、(0.250、0.237)であり、非点燈時に比べてより色純度の高い表示色が得られた。これを色度図上にプロットすると図25のようになり、各点を結ぶ三角形は平面光源31を点燈しない時よりも大きく、より広い表色範囲が得られた。

【0156】以上の様に、平面光源31をBGR3色の有色光源とし、透過波長が発光色に対応するカラーフィルタ51、52、53を各有色光源に近接するように配置し、傾斜層40を用いてBGR3色の光に対応する色のカラーフィルタに選択的に通過させることにより、平面光源31点燈時の表色範囲を非点燈時よりも拡大することができた。

【0157】なお、本実施の形態では、平面光源31として青色の光を発する構成とし、この光を色変換層55、56、57により青・緑・赤の三色の光に変換しているが、この構成にかぎらず、色変換層55、56、57を用いず、平面光源31として、青色の光を発する平面光源、緑色の光を発する平面光源、赤色の光を発する平面光源の三種類の平面光源にすることもできる。この場合も、赤のカラーフィルタ51にむかって光を発する平面光源31には、赤の光を発する平面光源を用いる。同様に緑のカラーフィルタ52に向かつて光を発する平面光源には、緑の平面光源を、青のカラーフィルタ53に向かつて光を発する平面光源には、青の平面光源を用いる。青・緑・赤の平面光源を構成するには、発光層26の材質をそれぞれの色ごとに適した材料にする。

【0158】色変換層55、56、57を用いず、平面光源31として、白色光を発する平面光源を用いることもできる。

【0159】「実施の形態16」本発明の第16の実施の形態の液晶表示装置を図26を用いて説明する。

【0160】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態15の液晶表示装置と同様の構成であるが、カラーフィルタ51、52、53の配置を変更したものである。カラーフィルタ51、52、53は、非開口部(第一の光源電極22の下部)にも配置され、かつ、そのフィルタに向かつて光を発する平面光源31に重なるように配置した。

【0161】平面光源31を点燈して赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE色度座標系においてそれぞれ(0.455、0.300)、(0.293、0.466)、(0.234、0.227)であった。

【0162】このように、カラーフィルタ51、52、53の配置を拡大し、かつ、対応する平面光源31に重なるように配置したことにより、着色光源を発した光の

うちより多く光が対応する色のカラーフィルタ51、52、53を通過するようにすることができる。これにより、光源31の点燈時の表色範囲を非点燈時よりも拡大することができた。

【0163】「実施の形態17」本発明の第17の実施の形態の液晶表示装置を図27を用いて説明する。

【0164】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態8の液晶表示装置と同様の構成であるが、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に、第二の凹凸形成層49を新たに配置した点が実施の形態8とは異なる。第二の凹凸形成層49は、最も厚い部分が、第一の凹凸形成層45の中心ではなく、端部にずれて配置されている。その結果、実施の形態8では、反射電極21の凹凸部の形状は左右対称であったが、本実施の形態の液晶表示装置では左右非対称となり、概略2等辺三角形を横に寝かしたような形状にした。すなわち、二等辺三角形の長辺と短辺とが、反射電極21の表面の斜面となるようにした。

【0165】第二の凹凸形成層49は、第一の凹凸形成層45と同様にポジ型もしくはネガ型の感光性樹脂により形成する。第一の凹凸形成層45を円柱状に形成した後に、その上に第二の凹凸形成層49をこれよりも小さく円柱状に形成する。その後、加熱して形状を変形し、図27に示したように、断面が緩やかな傾斜の2等辺三角形となるようにする。

【0166】これにより、反射電極21の反射面は2等辺三角形の長辺に相当する斜面部分により主に光を反射する。図27に示したように、長辺に相当する部分の反射面は、平面光源31が配置されている傾斜層40にほぼ平行になるように設計されている。そのため、図28に示したように、反射電極21は、平面光源31からの光を基板11の法線方向に、より高い効率で反射できる。

【0167】平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明したところ、明表示の輝度は37cd/m<sup>2</sup>であった。

【0168】このように、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に第二の凹凸形成層49を新たに形成し、凹凸部の断面形状を概略2等辺三角形を横に寝かした形状にしたことにより、平面光源31の発する光がより多く基板11の法線方向に向かうようになり、実施の形態8の液晶表示装置を上回る輝度を得ることができた。

【0169】「実施の形態18」本発明の第18の実施の形態の液晶表示装置を用いて説明する。

【0170】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態17の液晶表示装置と同様の構成であるが、第一の凹凸形成層45と第二の凹凸形成層49の形状を変更し、第一の凹凸形成層45と第二の凹凸形成層49を平面光源に平行なストライプ状に形成した点が実施の形態17とは異なる。なお、1画素(一つの反射電極21)内の

ストライプの数は8本とした。ストライプの幅は、第一の凹凸形成層45は $9\mu\text{m}$ 、第二の凹凸形成層49は $4\mu\text{m}$ とした。また、実施の形態17と同じように第二の凹凸形成層49の最も厚い部分が、第一の凹凸形成層45の端部に位置するようにした。その結果、実施の形態17と同様に反射電極の凹凸部の断面を概略2等辺三角形にした。また、このような凹凸形状がストライプ状に配置されているため、2等辺三角形の長辺による斜面上に相当する部分が、実施の形態17よりも増加する。そのため、反射電極21は平面光源からの光を基板11の法線方向にさらに高い効率で反射できる。

【0171】凹凸形状をストライプ状の分布にしたことにより、干渉が生じる可能性があるが、これを軽減するため第一の基板11の上部に光散乱性のフィルムを貼り付けた。

【0172】平面光源31に周波数1kHz、実効電圧200Vの交流電界を印加して表示部を照明したところ、明表示の輝度は $48\text{cd}/\text{m}^2$ であった。

【0173】このように、本実施の形態では、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に第二の凹凸形成層49を配置し、さらにこれらを平面光源31に平行なストライプ状に形成したことにより、平面光源31の発する光がさらに多く基板11の法線方向に向かうようになり、実施の形態17の液晶表示装置を上回る輝度を得ることができた。

【0174】「実施の形態19」本発明の第19の実施の形態の液晶表示装置を図29を用いて説明する。

【0175】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態16の液晶表示装置と同様の構成であるが、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に、第二の凹凸形成層49を新たに形成した点が実施の形態16とは異なる。また、第二の凹凸形成層49は、実施の形態17と同様に、最も厚い部分が、第一の凹凸形成層45の端部に位置するようにした。これにより、凹凸部の形状を概略2等辺三角形にした。

【0176】図29のような構成にしたことにより、例えば平面光源31から出射され、赤色に変換されて赤色のカラーフィルタ51を通過し、さらに液晶層10を通過してきた光を、反射電極21の斜面により基板11の法線方向に反射できる。これにより、再び、反射光は、赤色のカラーフィルタ51に向かうため、同じ色のカラーフィルタを2回透過させることができ、カラーフィルタを透過する光を効率を高めることができる。他の色に変換された光についても、それぞれ対応するカラーフィルタを2回透過させることにより、透過する光の効率を高めることができる。これにより、純度をさらに向上させることができる。

【0177】平面光源31を点燈して赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE色度座標系においてそれぞれ(0.465、0.305)、(0.28

6、0.479)、(0.219、0.227)であった。

【0178】以上のように、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に第二の凹凸形成層49を新たに形成して、凹凸部の形状を概略2等辺三角形にしたことにより、対応する色のカラーフィルタを通過した着色光源光がより高い効率で基板11の法線方向に反射するため、光源31の点燈時の表色範囲を非点燈時よりも拡大することができた。

10 【0179】「実施の形態20」本発明の第20の実施の形態の液晶表示装置を説明する。

【0180】本実施の形態では、実施の形態19の液晶表示装置の第一の凹凸形成層45と第二の凹凸形成層49を、実施の形態18と同じようにストライプ状にした。

【0181】これにより、反射電極21は平面光源からの光を基板11の法線方向にさらに高い効率で反射できる。

20 【0182】また、凹凸形状をストライプ状の分布にしたことにより、光の干渉が生じるのを軽減するため、第一の基板11の上部に光散乱性のフィルムを貼り付けた。

【0183】本実施の形態の平面光源31を点燈して赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE色度座標系においてそれぞれ(0.479、0.305)、(0.283、0.494)、(0.209、0.227)であり、さらに色純度の高い表示色が得られた。

30 【0184】以上のように、反射電極21と第一の凹凸形成層45の間に第二の凹凸形成層49を新たに形成し、これをストライプ状にすることにより、光源点燈時の表色範囲を非点燈時よりも拡大することができた。

【0185】「実施の形態21」本発明の第21の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0186】本実施の形態では、図30のように、実施の形態20の液晶表示装置と同様の構成であるが、凹凸形成層の形状を平面光源31からの距離に応じて、一画素(一つの反射電極21)内で分布を持たせる構成としたものである。

40 【0187】すなわち、1画素内の8本のストライプのうち、対応する平面光源31に近接する2本を、第一の凹凸群91とし、次の3本を第二の凹凸群92とし、最も遠い3本を第三の凹凸群93とした。そして、第一の凹凸群91は、第一の凹凸形成層45だけで形成し、その幅は $9\mu\text{m}$ とした。第二の凹凸群92は、第一の凹凸形成層45と第二の凹凸形成層49で形成し、その幅はそれぞれ $9\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ とした。第三の凹凸群93は、第一の凹凸形成層45と第二の凹凸形成層49と第三の凹凸形成層60で形成し、その幅はそれぞれ $9\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ とした。

【0188】これを加熱して断面を概略 2 等辺三角形を横に寝かした形状とした。各凹凸群 91、92、93 の傾斜は、それぞれ異なり、対応する平面光源 31 側の斜面の角度に着目すると、第一の凹凸群 91 のものが最もなだらかであり、第三の凹凸群 93 のものが最も急であり、第二の凹凸群 92 は両者の中間である。対応する平面光源 31 に近接するほど、平面光源 31 側の斜面の角度は小さくなる。

【0189】最も理想的には、対応する平面光源 31 の光をすべて基板 11 の法線方向に正反射できることであるが、正反射条件を満たす反射面の傾き角は、対応する平面光源 31 からの距離に応じて変化させる必要がある。そこで、本実施の形態では、対応する平面光源からの距離に応じて反射面の傾き角を三段階に変えたことにより、1 画素のほぼ全ての部分において正反射条件を満たすことができるようになった。

【0190】その結果、反射電極 21 は赤の色変換層 55 を発して赤のカラーフィルタ 51 を通過した光を、より選択的に赤のカラーフィルタ 51 に向かって基板平面法線方向に反射できる。緑色に変換された光と、青色に変換された光についても同様である。

【0191】本実施の形態の液晶表示装置において、平面光源 31 を点灯して赤、緑、青の各表示の色純度を測定したところ、CIE 色度座標系においてそれぞれ

(0.488、0.304)、(0.280、0.499)、(0.202、0.223)であり、さらに色純度の高い表示色が得られた。

【0192】以上のように、反射電極 21 の斜面の角度を対応する平面光源 31 からの距離に応じて三段階に変えたことにより、対応する色のカラーフィルタを通過した着色光源光がより高い効率で基板平面法線方向に反射させることができ、光源点灯時の表色範囲を非点灯時よりも拡大することができた。

【0193】「実施の形態 22」本発明の第 22 の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0194】本実施の形態の液晶表示装置は、実施の形態 1 の液晶表示装置と同様の構成であるが、反射電極 21 と第一の凹凸形成層 45 をとり除き、その代わりに ITO からなる透明電極を形成した点が実施の形態 1 とは異なる。さらに、第二の基板 12 の下方にバックライトを配置した。バックライトは蛍光ランプと導光板と光散乱板から構成されており、平面光源 31 点灯時には光散乱板がその光を使用者側に反射する。

【0195】バックライト点灯時には背景が白色の表示が得られ、平面光源 31 点灯時には背景が黄橙色の表示が得られた。

【0196】このように、バックライトと平面光源を搭載し、光源を切り替えることにより、背景色が異なる 2 種類の表示が可能になった。

【0197】「実施の形態 23」本実施の形態では、実

施の形態 1 の液晶表示装置において、反射電極 21 と第一の凹凸形成層 45 を除き、その代わりに ITO からなる透明電極を形成した。さらに、第二の基板 12 の下方に反射板を配置した。反射板は樹脂フィルム上にアルミを蒸着して作成したものである。樹脂フィルム上には押し型加工により凹凸が形成されており、これにより反射板は光散乱性を有する。

【0198】この液晶表示装置に垂直方向から光を入射したところ、実施の形態 1 とほぼ同様のコントラスト比が得られた。また、平面光源 31 点灯時には背景が黄橙色の表示が得られた。

【0199】このように、液晶セルの外部に反射板を配置した構成においても反射板を内蔵した場合とほぼ同様の得られた。

【0200】「比較例 1」比較例として、実施の形態 1 の液晶表示装置において、第一の光源電極を ITO からなる透明電極とし、反射防止層 35 を除いた。また、第一の光源電極 22 をマトリクス状の形状とせず、表示部の全面に配置した。

【0201】平面光源 31 を点灯しない時のコントラスト比は 2.6 : 1 に、平面光源点灯時のコントラスト比は 2.1 : 1 にそれぞれ減少した。

【0202】これは、表示部全面に透明電極を配置したことにより、開口部における界面数が増加して界面反射が増大し、これにより、平面光源 31 を点灯しない時のコントラスト比は実施の形態 1 よりも低下したものである。また、表示部全面に透明電極を分布したことにより平面光源 31 を発した光の一部は、使用者の方向に直接向かう。この使用者の方向に直接向かう光は、液晶層 10 による変調を受けないため、明表示、暗表示にかかわらず常に一定量の光が使用者に向かうことになり、平面光源 31 点灯時のコントラスト比が大幅に減少した。

【0203】「比較例 2」比較例 2 として、実施の形態 2 の液晶表示装置において、第一の光源電極 22 を ITO からなる透明電極とし、反射防止層 35 を除いた。また、第一の光源電極 22 をマトリクス状の分布とせず、表示部の全面に分布した。

【0204】平面光源を点灯しない時のコントラスト比は 2.7 : 1 に、平面光源点灯時のコントラスト比は 2.3 : 1 にそれぞれ減少した。

【0205】このように、コントラスト比が減少した理由は、比較例 1 と同様の理由による。

【0206】

【発明の効果】上述してきたように、本発明によれば、反射型液晶表示装置でありながら、高いコントラスト比の得られる液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 2】図 1 の液晶装置において、第一の基板 11 の端

部における第一の光源用電極 22 と発光層 131、誘電体層 24 と、第二の電極 23 の形状を示す説明図である。

【図 3】実施の形態 1 の液晶表示装置の第一の光源用電極 22 と反射電極 21 を基板 11 の法線方向から見た場合の形状と位置関係を示す説明図である。

【図 4】実施の形態 1 の液晶表示装置の反射率と、反射電極 21 への印加電圧との関係を示すグラフである。

【図 5】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 3 の液晶表示装置の第一の光源用電極 22 と反射電極 21 を基板 11 の法線方向から見た場合の形状と位置関係を示す説明図である。

【図 7】本発明の実施の形態 4 の液晶表示装置の第一の光源用電極 22 と反射電極 21 を基板 11 の法線方向から見た場合の形状と位置関係を示す説明図である。

【図 8】本発明の実施の形態 5 の液晶表示装置の第一の光源用電極 22 と反射電極 21 を基板 11 の法線方向から見た場合の形状と位置関係を示す説明図である。

【図 9】本発明の実施の形態 6 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 8 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 11】本発明の実施の形態 9 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 10 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 11 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 12 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 15】(a) ~ (f) 本発明の実施の形態 12 の液晶表示装置の位相板 47 と第三の配向膜 17 の形成工程を示す説明図である。

【図 16】本発明の実施の形態 12 の液晶表示装置の第三の配向膜の形成に用いる光配向材料の分子構造を示す説明図である。

【図 17】本発明の実施の形態 12 の液晶表示装置の位相板 47 の形成に用いる光重合性液晶分子の分子構造を示す説明図である。

【図 18】本発明の実施の形態 12 の液晶表示装置の反射率と、反射電極 21 への印加電圧との関係を示すグラフである。

【図 19】本発明の実施の形態 13 の液晶表示装置の反射率と、反射電極 21 への印加電圧との関係を示すグラフである。

【図 20】本発明の実施の形態 14 の液晶表示装置の断

面の構成を示す断面図である。

【図 21】実施の形態 14 の液晶表示装置の反射率と、反射電極 21 への印加電圧との関係を示すグラフである。

【図 22】本発明の実施の形態 15 の液晶表示装置において、基板 11 の法線方向から見た場合の色変換層 55、56、57 と反射電極 21 の形状および位置関係を示す説明図である。

【図 23】実施の形態 15 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 24】実施の形態 15 のカラーフィルタ 51、52、53 の透過スペクトルを示すグラフである。

【図 25】実施の形態 15 の液晶表示装置の表示色を示す式度図である。

【図 26】本発明の実施の形態 16 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 27】本発明の実施の形態 17 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

【図 28】実施の形態 17 の液晶表示装置において平面光源 31 を発した光の光路を示す説明図である。

【図 29】本発明の実施の形態 19 の液晶表示装置の断面の構成を示す断面図である。

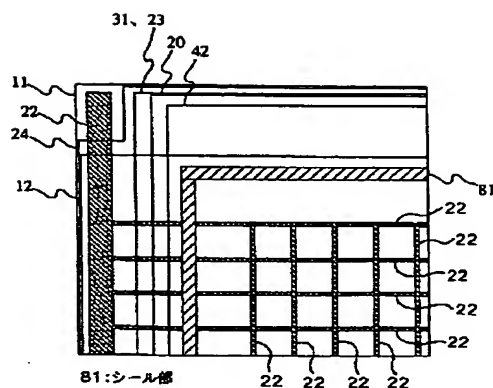
【図 30】本発明の実施の形態 21 の液晶表示装置の断面の構成と、平面光源 31 を発した光の光路を示す説明図である。

【符号の説明】

1・・・液晶分子、2・・・二色性色素、10・・・液晶層、11・・・第一の基板、12・・・第二の基板、15・・・第一の配向膜、16・・・第二の配向膜、17・・・第三の配向膜、18・・・第四の配向膜、20・・・共通電極、21・・・反射電極、22・・・第一の光源用電極、23・・・第二の光源用電極、24・・・第一の誘電体層、25・・・第二の誘電体層、26・・・第一の発光層、31・・・第一の平面光源、35・・・反射防止層、40・・・傾斜層、41・・・スルーホール、42・・・第一の絶縁層、43・・・第二の絶縁層、44・・・第三の絶縁層、45・・・第一の凹凸形成層、46・・・アクティブ素子、47・・・位相板、48・・・偏光板、49・・・第二の凹凸形成層、50・・・第三の凹凸形成層、51・・・赤のカラーフィルタ、52・・・緑のカラーフィルタ、53・・・青のカラーフィルタ、55・・・赤の色変換層、56・・・緑の色変換層、57・・・青の色変換層、61・・・電子輸送層、62・・・正孔輸送層、63・・・正孔注入層、80・・・ラビングロール、81・・・シール部、91・・・第一の凹凸群、92・・・第二の凹凸群、93・・・第三の凹凸群。

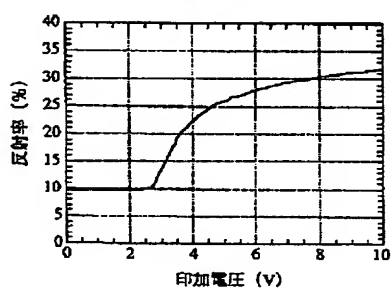
【図2】

**图 2**

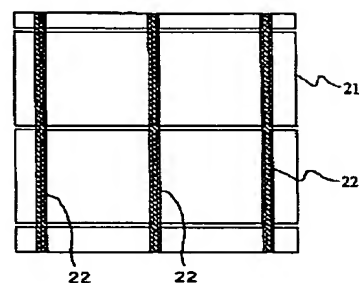


81:シール部

【図 4】



【図 6】



【図7】

【图 16】

图7

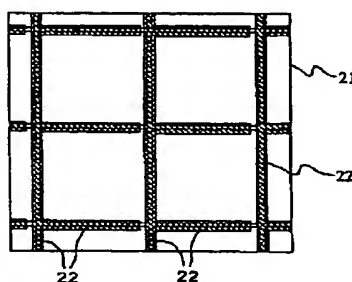
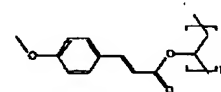
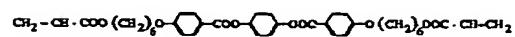


图 16



【图 17】

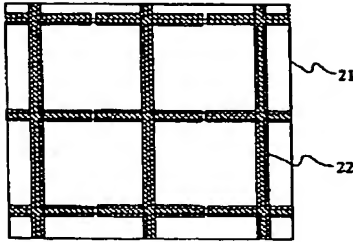
图17





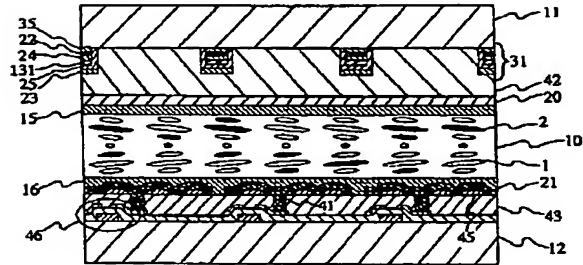
【図 8】

図8



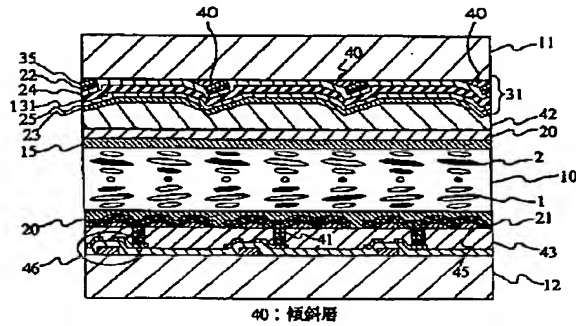
【図 9】

図9



【図 10】

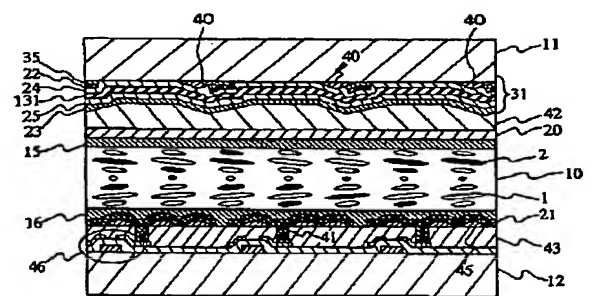
図10



40: 傾斜層

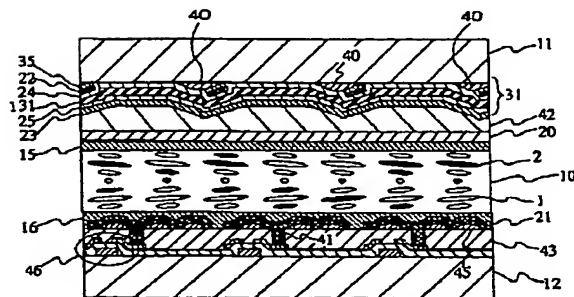
【図 11】

図11



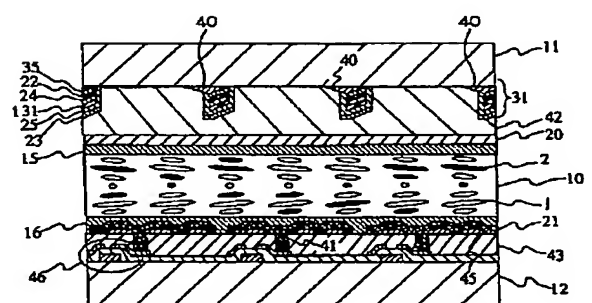
【図 12】

図12



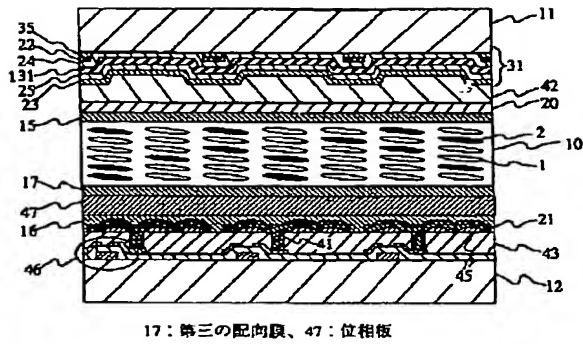
【図 13】

図13



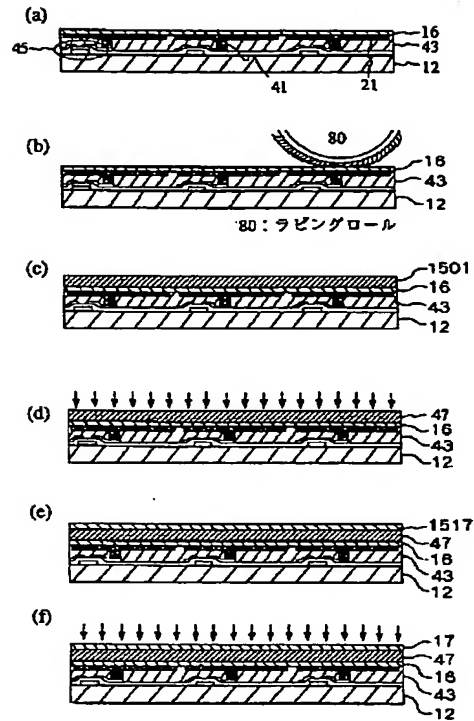
【図14】

図14



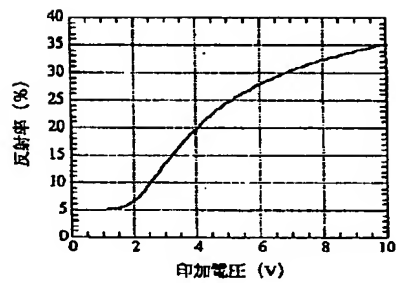
【図15】

図15



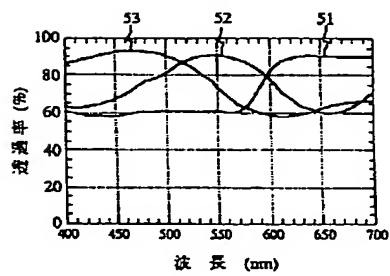
【図18】

図18



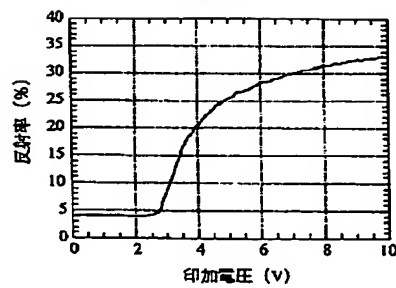
【図24】

図24



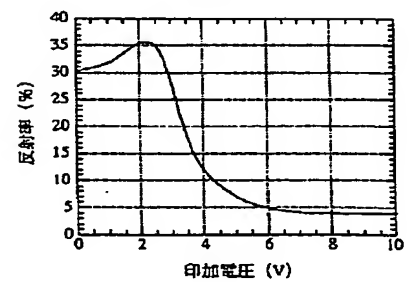
【図19】

図19



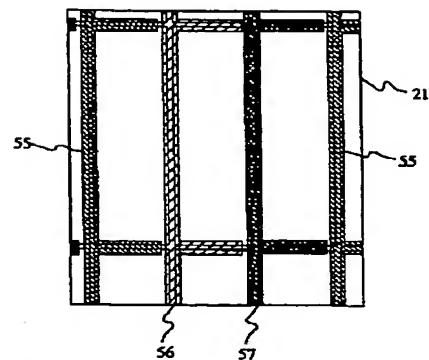
【図21】

図21



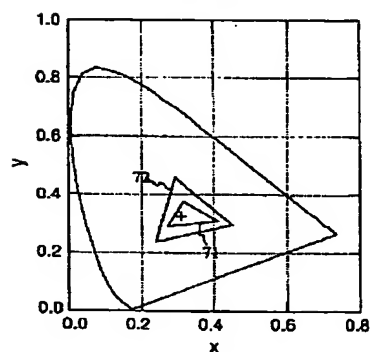
【图 2 2】

图22



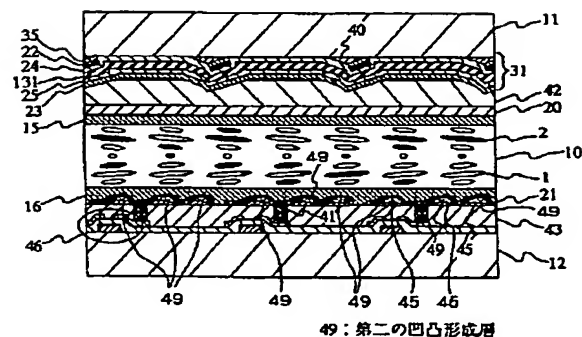
【図 25】

**图25**



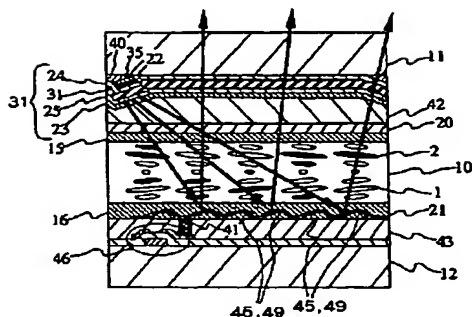
【図 27】

Figure 27 is a line graph showing the relationship between the number of people (x-axis) and the number of people (y-axis). The x-axis is labeled "Number of people" and ranges from 0 to 10. The y-axis is labeled "Number of people" and ranges from 0 to 10. The graph shows a linear relationship where the number of people on the y-axis is equal to the number of people on the x-axis. The line starts at (0,0) and ends at (10,10).



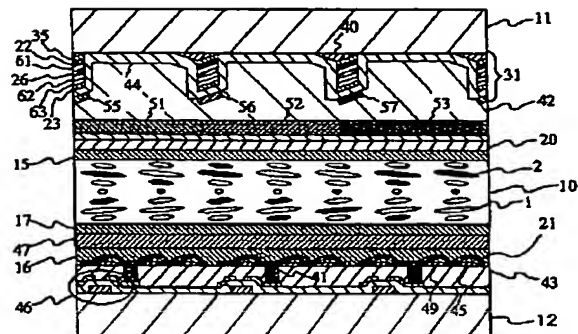
【図 28】

図28



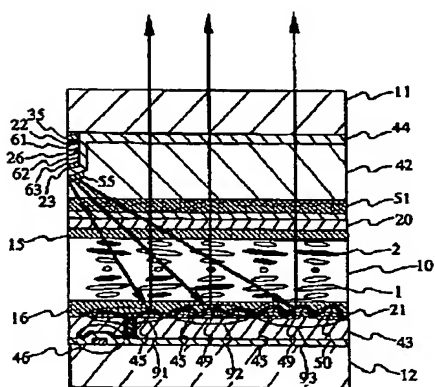
【図 29】

図29



【図 30】

図30



50: 第三の凹凸形成層、91: 第一の凹凸群、  
92: 第二の凹凸群、93: 第三の凹凸群、  
99: 光散乱性フィルム

フロントページの続き

(72) 発明者 檜山 郁夫  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72) 発明者 足立 昌哉  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(72) 発明者 廣田 昇一  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 2H091 FA02Y FA14Y FA16Y FA31Y  
FA35Y FA37Y FA41Y FA44Y  
FB02 FB04 FB07 FB08 FC02  
FC10 FD02 GA01 GA13 HA06  
JA02 LA11 LA30  
5G435 AA02 BB12 BB16 CC12 DD14  
EE23 EE33 FF03 FF05 FF06  
GG12 GG24 GG25 GG27 HH02  
HH03 HH12 HH14 HH16